

PUB-NO: DE004001378A1
DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 4001378 A1
TITLE: Flat flame type burner - ignites and
partly burns mixture in anti-chamber before passing
to combustion chamber
PUBN-DATE: July 25, 1991

INVENTOR- INFORMATION:

NAME	COUNTRY
RICKE, HANS-BENNO DIPL PHYS DR	DE

ASSIGNEE- INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KRAFT INDUSTRIEWAERMETECHNIK D	DE

APPL-NO: DE04001378

APPL-DATE: January 18, 1990

PRIORITY-DATA: DE04001378A (January 18, 1990)

INT-CL (IPC): F23D011/40, F23D014/62

EUR-CL (EPC): F23C009/00 ; F23D011/40

US-CL-CURRENT: 431/116

ABSTRACT:

The burner is particularly of the flat flame type, for gas or heating oil. It has a brick (14) widening progressively and a swirl generator (2) for the combustion air and fuel. This is sufficient to ensure that over a wide output range the emerging flame lies against the brick and the

surrounding furnace wall. Exhaust gas from the furnace flows into a combustion chamber (8) near the burner axis (A) and mixes with the flame gas. The mixture of air and fuel is ignited and partly burnt in an antechamber (7) before passing into the combustion chamber (8). ADVANTAGE - Low nitrous oxide emission, intensive after-burning, and even temperature distribution in furnace.



(71) Anmelder:

Kraft-Industriewärmetechnik Dr. Ricke GmbH, 8759 Hösbach, DE

(74) Vertreter:

Spalthoff, A., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 4300 Essen

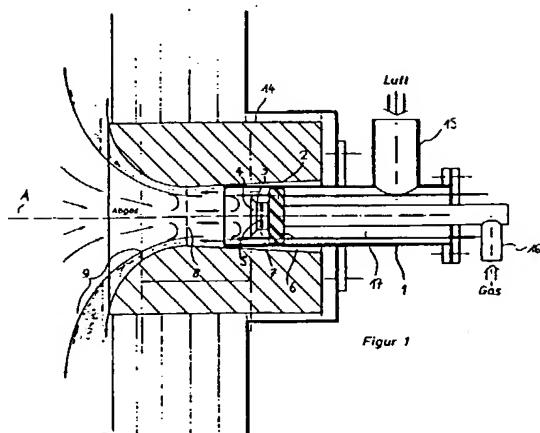
(72) Erfinder:

Ricke, Hans-Benno, Dipl.-Phys. Dr., 8759 Hösbach, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Brenner mit niedriger NOx-Emission

(57) Die vorgestellte Erfindung betrifft einen NOx-armen Gas-, Öl- oder Mehrstoff-Industriebrenner, der als Flachflammenbrenner mit stark verdrallter Flamme ausgebildet ist und infolge des Flammdralls Abgas aus der Umgebung rückführt, der Flamme beimischt und dadurch ihre Temperatur begrenzt. Damit die Abgasrückführung nicht zu Störungen des Brennerbetriebes und zu Schwierigkeiten beim Kaltstart führt, ist der Brennerkopf mit einer Vorbrennkammer (7) begrenzter Abmessungen versehen, in die kein Abgas und kein Ölnebel rückfließen können. Die Vorbrennkammer (7) wird dadurch gebildet, daß eine Trennscheibe (4) aus hochhitzebeständigem Material dem Düsenstock (3) vorgesetzt wird. Diese Scheibe hat einen größeren Durchmesser als der Düsenstock (3), aber einen kleineren Durchmesser als die Drallscheibe (2).



Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Brenner nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe, wie Erdgas und Mineralöl, können sowohl durch unvollständige Oxidation giftiges Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffe und Oxidations-Zwischenprodukte als auch, insbesondere bei hohen Flammentemperaturen, toxische Stickoxide gebildet und mit dem Abgas emittiert werden.

Der Gesetzgeber hat die Zulässigkeit der Emissionen dieser Schadstoffe aus Gründen des Umweltschutzes soweit begrenzt, als dem Stand der technischen Entwicklung entsprechend möglich, ggf. durch den Einsatz von katalytischen oder thermischen Nachverbrennungs-, bzw. von katalytisch betriebenen Reduktions-Einrichtungen. Dabei sind in der TA-Luft die zulässigen NO_x-Werte verhältnismäßig hoch angesetzt, sogar mit zunehmender Temperatur der Verbrennungsluft ansteigend, da der Stand der Brennerentwicklung bislang noch keine Reduzierung der Grenzwerte zuließ.

Soweit die Stickoxide durch Oxidation von Luft-Stickstoff entstehen, ist die Menge der emittierten Oxide eine Funktion der Temperatur im Reaktionsraum und eine Funktion der Verweilzeit bei hohen Temperaturen. Die thermische NO_x-Bildung beginnt bei Temperaturen oberhalb 1200 Grad C und nimmt mit steigender Temperatur exponentiell zu.

Da die adiabatischen Flammentemperaturen bei der stöchiometrischen Verbrennung hochenergiereicher Gase mit Luft ca. 1900 bis 2300 Grad C erreichen, sind in Flammen die Bedingungen der NO_x-Bildung erfüllt. Eine Maßnahme zur Begrenzung der NO_x-Bildung ist daher die Absenkung der Flammen-Temperatur in möglichst kurzer Zeitspanne (1/1000 bis 1/100 sek.).

In Abhängigkeit von dem Luft-Brennstoff-Mischungsverhältnis erfahren die Flammen-Temperaturen eine starke Veränderung. Sie sinken von ihrem Maximum bei nahezu stöchiometrischer Verbrennung (Luftzahl $\lambda = 1$) sowohl bei unter- ($\lambda < 1$) wie bei überstöchiometrischem ($\lambda > 1$) Mischungsverhältnis stark ab. Dementsprechend verhält sich die NO_x-Konzentration als Funktion der Luftzahl. Daher sind Brenner bekanntgeworden, bei denen ein Teil des Brennstoffs erst in die bereits ausgebildete Flamme eindosiert wird (überstöchiometrische Verbrennung), oder bei denen die Verbrennungsluft in mehreren Stufen dem gezündeten Brennstoff beigemischt wird (unterstöchiometrische Verbrennung). Bei beiden Systemen wird die maximale Flammentemperatur abgesenkt, bei der unterstöchiometrischen Verbrennung wirkungsvoller, da der Brennstoff, in der Anfangsphase im Überschuß, durch endotherme Spaltreaktionen der Flamme Wärme entzieht.

Die Mehrstufen-Verbrennung führt in beiden Fällen zu einer deutlichen Unterschreitung der adiabatischen Temperatur, da der Wärmeinhalt der Flamme durch Energieabstrahlung bereits sinkt, während der Verbrennungsprozeß noch abläuft.

Andererseits kann eine starke Erniedrigung der Flammentemperatur zu unvollständiger Oxidation des Brennstoffs führen mit der Folge von CO- und CH-Emissionen.

Dieses Risiko ist gemindert, wenn heißes, aber bereits abgekühltes Abgas in die sich entwickelnde Flamme rückgeführt wird. Dadurch wird ein Teil der freiwerdenden Energie vom Abgas aufgenommen, so daß die maximale Gastemperatur entsprechend reduziert wird. Auch

wird das rückgeführte Abgas erneut hohen Temperaturen unterworfen, so daß eine Nachverbrennung eventuell enthaltener brennbarer Anteile erfolgen kann.

Stark drallbehaftete Flammen, die sich stromab durch Zentrifugalwirkung aufweiten, bilden in ihrem Zentrum ein Gebiet statischen Unterdrucks aus, in das Gas der Umgebung einströmt. Hierdurch erfolgt bei ihnen eine Abgasrückführung ohne weitere technische Maßnahmen, wenn die Flammen sich in einem geschlossenen Raum, z. B. in einem Ofenraum, ausbreiten.

Wird die drallbehaftete Flamme durch einen sich stromab progressiv öffnenden Brennerstein, an dessen innerer Fläche sie sich anschmiegt, geführt, breitet sie sich in einer Ebene senkrecht zur Brennerachse aus und wird bei Überströmen einer sich in dieser Ebene erstreckenden Wand durch den Coanda-Effekt in Wandnähe gehalten. In die Flamme wird infolge der sich einstellenden statischen Druckverteilung Gas aus der Umgebung beigemischt, wie sich bei einer Messung der Strömungsgeschwindigkeit in der Umgebung des Brennermundes mit kalter Luft ergibt.

Mithin bewirkt die durch Drall erzeugte Flachflamme selbsttätig eine intensive Abgasrückführung, verbunden mit einer starken Umwälzung der Rauchgas-Atmosphäre im umgebenden Ofenraum. Dadurch werden die Flammtemperaturen erniedrigt, die Flammgeschwindigkeit wird mit dem Quadrat der Entfernung von der Brennerachse abgebaut.

Brenner dieser Bauart begünstigen den konvektiven Wärmeübergang vom Flammgas auf ein zu erwärmendes Gut und sie fördern die Ausbildung einer gleichförmigen Temperaturverteilung im umgebenden Raum. Starke Drallgebung erhöht die Durchmischung der umgebenden Atmosphäre und ihre Rückführung. Sie erhöht damit aber auch den statischen Unterdruck in Nähe der Brennerachse, insbesondere im Bereich des noch engen Teils des Brennersteins, so daß rückströmendes Rauchgas bis in den Bereich der Flammwurzel einfließen kann. Dies kann die Flamme soweit kühlen, daß der Ausbrand unvollständig wird mit der Folge erhöhter CO- und CH-Emission, es kann sogar die Zündfähigkeit des Gas/Luftgemisches beeinträchtigen, was insbesondere bei niedriger Temperatur und bei Sauerstoffarmut des rückgeführten Gases der Fall ist. Beim Anheizen eines Ofens kann die Flamme erloschen, wenn der Restsauerstoff-Anteil im Abgas abnimmt.

Daher läßt sich die Verbrennung stabilisieren durch Luftüberschuß. Der kann allerdings zu einer so starken Reduzierung der Temperatur der Flamme an ihrer Wurzel führen, daß der Ausbrand bei niedriger Umgebungs-temperatur unvollständig wird. Dann steigt — entgegen aller Erwartung — der CO-Gehalt parallel zum O₂-Gehalt an.

Er sinkt erst dann wieder ab, wenn das rückgeführte Abgas Temperaturen von einigen Hundert Grad angenommen hat, m. a. W., der Kaltstart solcher Brenner ist nicht unproblematisch.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Brenner, insbesondere einen Flachflammenbrenner, zu entwickeln, bei dem die offenkundigen Vorteile einer stark rotierenden Flamme, nämlich

niedrige NO_x-Emission,
intensive Nachverbrennung von freigesetzten brennbaren Bestandteilen des Erwärmungsgutes,
gleichmäßige Temperaturverteilung im Ofenraum,
verbesserte Wärmeübertragung,
geringe thermische Belastung des Brennersteins

und geringe Schallemission,

ohne die Risiken des Erlöschen der Flammen bzw. eines hohen CO-Anteils genutzt werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 gelöst. Bei dem erfindungsgemäßen Brenner fließt Abgas durch hohe Drallvorgabe der Verbrennungsluft in den Unterdruck-Trichter der sich aufweitenden Flamme zurück, aber nicht bis in den Bereich der Flammwurzel, in dem die Mischung von Brennstoff und Verbrennungsluft noch unvollständig ist. Die Brennstoff-/Luftströme werden in einer Vorzone gemischt und gezündet und, erst nach hinreichendem Teilausbrand, mit entsprechender Temperaturerhöhung in die Zone einströmen, in der sie sich mit rückströmendem Abgas vermischen können.

Die Verbrennung erfolgt daher in mehreren Stufen in entsprechend zuzuordnender Teilräumen vor dem Brennerkopf, im ersten in einem voreingestellten, nahezu stöchiometrischen Mischungsverhältnis, jedoch unvollständig, in einem nachfolgenden Teilraum mit Beimischung von Abgas stark retardiert und erst vollständig in einem Raum, in dem durch die Aufweitung des Brennersteins die Fließgeschwindigkeit der Gasgemisch-Strähnen soweit abgebaut ist, daß sie die Zündgeschwindigkeit unterschreitet. Dieser dritte Teilraum ist durch starke Temperaturerhöhung der Flamme und Erhitzung des Brennersteins markiert.

Hierdurch wird erreicht, daß trotz starker Gasrückführung ein sicherer Betrieb des Brenners auch bei einem Kaltstart und bei geringem O₂-Gehalt des rückströmenden Gases möglich ist, daß der Brenner zuverlässig direkt – elektrisch gezündet werden kann, daß der Regelbereich des Brenners, d. h. die Variationsbreite seiner Durchsatzleistung, erweitert werden kann, und daß der Brennerkopf und isolierte Durchführungen von Zünd- und Überwachungselektroden vor Verschmutzung durch Brennstoffderivate und durch in der Ofenatmosphäre vorhandene Staub- und Rauchbestandteile geschützt sind.

Besonders einfach läßt sich die Vorbrennkammer mittels einer Trennscheibe gemäß Patentanspruch 2 gegen den Brennraum abgrenzen.

Bei einer axialen Erstreckung der Vorbrennkammer zwischen 10 und 35 mm gemäß Patentanspruch 3 ist sichergestellt, daß das Gemisch aus Brennstoff und Verbrennungsluft zuverlässig gezündet und in einem für den Betrieb des Brenners genügenden Ausmaß teilweise verbrannt wird.

In konstruktiv wenig aufwendiger Weise ist die Trennscheibe gemäß den Patentansprüchen 4–7 an den Brennerkopf anbaubar. Sofern der Durchmesser der Trennscheibe gemäß Patentanspruch 8 das 0,6–0,85fache des Innendurchmessers des Brennerrohres beträgt, ist der Eintritt von Abgasen aus dem Brennraum in die Vorbrennkammer zuverlässig vermieden, da der zwischen dem Innenumfang des Brennerrohres und dem Außenumfang der Trennscheibe verbleibende Ringraum durch ausströmende Verbrennungsluft und Brennstoff/Verbrennungsluft-Gemisch gegen den Durchtritt von Abgas aus dem Brennraum in die Vorbrennkammer gesperrt ist.

Durch die kegelstumpfförmige Ausgestaltung der Trennscheibe gemäß Patentanspruch 9 kann das Volumen der Vorbrennkammer vergrößert werden und gemäß Patentanspruch 10 eine scharfe Umfangskante geschaffen werden, die ein Anhaften von Ablagerungen

jeder Art erschwert.

Bei der Ausgestaltung des Brenners gemäß Patentanspruch 11 ist ein Schutz der Elektroden gegen die Anlagerung von aus dem Brennraum stammenden Stoffen möglich. Insbesondere bei der scharfkantigen Ausgestaltung der Trennscheibe sind zwischen den Elektroden und den diese umgebenden scharfkantigen Abschnitten der Trennscheibe Temperaturverhältnisse schaffbar, die eine besonders zuverlässige Zündung des Gemisches aus Brennstoff und Verbrennungsluft durch eine Zündelektrode und eine besonders genaue Überwachung der Zündung und Vorverbrennung in der Vorbrennkammer durch eine Meßelektrode zulassen.

Gemäß Patentanspruch 12 kann die Vorbrennkammer mit der Trennscheibe und den bereits im Bereich des Brennkopfs ohnehin vorhandenen Bauteilen des Brenners ausgebildet werden.

Mittels dem in Patentanspruch 13 angegebenen Verfahren ist für eine bisher nicht mögliche Variationsbreite ein sicherer und zuverlässiger Betrieb eines Brenners gewährleistet.

Die Erfindung wird im folgenden an Hand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine Darstellung eines erfindungsgemäßen Flachflammenbrenners;

Fig. 2 die Darstellung der Strömungsverhältnisse im Bereich des Flachflammenbrenners und

Fig. 3–7 Ausführungsbeispiele wesentlicher Bestandteile des erfindungsgemäßen Flachflammenbrenners.

Der in Fig. 1 dargestellte Brenner ist als Flachflammenbrenner ausgestaltet. Ein Brennerrohr 1 wird über einen Anschluß 15 mit Verbrennungsluft beaufschlagt. Bevor die Verbrennungsluft in den Brennerkopf eintritt, wird sie mittels einer als Verdralleinrichtung dienenden, in ihrem Außenabschnitt mit zur Brennerachse A geneigten bzw. verschränkten Schlitten 6 versehenen Drallscheibe 2 verdrallt.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel dient als Brennstoff Gas, das über einen Anschluß 16, ein die Drallscheibe 2 durchsetzendes Gaszuführrohr 17 und einen mit Austrittdüsen bzw. Gasaustrittbohrungen 5 versehenen, am freien Ende des Gaszuführrohrs 16 angeordneten achsnahen Zylinder bzw. Düsenstock 3 in einen bzw. eine im Bereich des Brennerkopfs ausgebildeten Teilraum bzw. ausgebildete Vorbrennkammer 7 eintritt. Diese Vorbrennkammer 7 ist gegen einen Raum bzw. Brennraum 8 des Brennerkopfs durch eine Trennscheibe 4 abgetrennt.

Durch diese Trennscheibe 4 wird verhindert, daß aus dem Ofen stammendes Abgas in die Vorbrennkammer 7 eindringen kann, in der das Gemisch aus Verbrennungsluft und Brennstoff, hier Gas, gezündet und teilweise verbrannt wird. Das Eindringen von Abgas aus dem Brennraum 8 durch den zwischen dem Außenumfang der Trennscheibe 1 und dem Innenumfang des Brennerrohrs 1 ausgebildeten Ringraum wird durch die stromabströmende Verbrennungsluft bzw. das stromabströmende Gemisch aus Brennstoff, hier Gas, und Verbrennungsluft verhindert.

In Fig. 2 sind zur Erläuterung der Strömungsverhältnisse im Brennerstein und am Übergang zwischen Brenner und Ofeninnenraum die Geschwindigkeiten der unterschiedlichen Gasströmungen in unterschiedlicher Entfernung von der Öffnungsfläche des Brennersteins und entsprechend dem Abstand von der Brennerachse A dargestellt.

Der in Fig. 3 dargestellte Teilraum 7 wird gebildet durch das Brennerrohr 1, die mit peripheren Schlitten oder Bohrungen 6 versehene Drallscheibe 2, den achsnahen Zylinder 3 mit Gasaustrittsbohrungen 5 und durch die Trennscheibe 4.

Die durch die Schlitte oder Bohrungen 6 der Drallscheibe 2 fließende Luft wird zu Strähnen aufgefächert und durch die Verschränkung der Durchtrittskanäle bzw. Bohrungen 6 gegen die Brennerachse A verdrallt. In diesen Bohrungen 6 und/oder im Bereich des achsnahen Zylinders 3 wird das Verbrennungsgas durch eine Vielzahl einzelner Gasaustrittsbohrungen 5 in die aufgefächerte Luftströmung eingeleitet und mit dieser so weit vermischt, daß es im Teilraum 7 zündfähig ist. Das den Teilraum 7 verlassende noch in Reaktion befindliche Gas kann sich erst stromab der Trennscheibe 4 mit axial rückströmendem Ab- bzw. Reaktionsgas vermischen. Da rückströmendes Abgas vom Teil- bzw. Ringraum 7 ferngehalten wird, kann hier die Temperatur der Gase soweit ansteigen, daß die Zündfortleitung im Raum 8 bis zum Ausbrandbereich 9 nicht durch Abgasbeimischung gestört wird. Durch die Verdünnung der Reaktionsgase im Raum 8 erfolgt die Verbrennung im Ausbrandbereich 9 bei soweit erniedrigter Temperatur, daß thermische NOx-Bildung nicht oder in nur geringem Maße stattfinden kann. Im praktischen Betrieb wurden bei ca. 400 Grad C Luftvorwärmung und 950–1000 Grad C Ofenraumtemperatur zwischen 200 und 350 mg/m³ NOx (Bez. auf 5% O₂) gemessen, Werte die deutlich unter dem von der TA-Luft für gleiche Bedingungen tolerierten Wert von 600 mg/m³ liegen.

Bei einem mit Öl betriebenen Flachflammenbrenner mit einem Brennerkopf gemäß Fig. 4 kann das rückströmende Abgas nicht bis in den Quellbereich der Flamme im Raum 8 vordringen. Es wird durch den aus der Düse 10 austretenden Öl- bzw. Öl/Luft-Nebel vom Brennerkopf abgelenkt. Wegen des starken Dralls der Verbrennungsluft bildet sich im achsnahen Bereich des Teilraums 7 ein statischer Unterdruck aus, demzufolge bei herkömmlichen Brennern Ölnebel in diesen Teilraum 7 einfliessen und hier partiell verbrennen könnte. Aus dem entstehenden Öl/Luft-/Reaktionsgas-Gemisch würden dann Ruß und Öl abgeschieden, die sich im achsnahen Zylinder 3 und an der Drallscheibe 2 niederschlagen würden. Dadurch würde die Betriebssicherheit beeinträchtigt. Bei dem Brenner gemäß Fig. 4 wird deshalb durch Vorsatz der Trennscheibe 4 der Teilraum 7 soweit vom Raum 8 abgegrenzt, daß der verbleibende Spaltquerschnitt zwischen der Trennscheibe 4 und dem Brennerrohr 1 vollständig mit abströmender Verbrennungsluft beaufschlagt wird; hierdurch ist die Rückführung von Ölnebel in den Teilraum 7 unterbunden.

Bei dem mit der Trennscheibe 4 ausgerüsteten Brennerkopf in einem drallbehäfteten Flachflammenbrenner ist der Reaktionsraum im Brenner 14 in den Teilraum 7, in dem die Vormischung, Zündung und eine teilweise Verbrennung ohne Rückmischung von Brennstoff oder Abgas stattfinden, und in den Raum 8 aufgeteilt, in dem die Mischung mit rückströmendem Abgas abläuft, die verantwortlich ist für niedrige Flammttemperatur und damit den reduzierten NOx-Ausstoß.

Zusammenfassend liefert die Trennscheibe 4 folgende Vorteile:

1. Sicherer Brennerbetrieb trotz starker Gasrückführung, auch bei geringem O₂-Gehalt des rückströmenden Gases und bei Kaltstart,
2. sicheres direkt-elektrisches Zünden,

3. Erweiterung des Regelbereichs des Brenners, d. h. der Variationsbreite der Durchsatzleistung,
4. Schutz des Brennerkopfes und der isolierten Durchführungen von Zünd- und Überwachungselektroden vor Verschmutzung durch Brennstoffderivate oder durch in der Ofenatmosphäre vorhandene Staub- und Rauchbestandteile.

Die in Fig. 5a gezeigte Trennscheibe 4 ist aus hochhitzebeständigem Metall oder Keramik, vorzugsweise kreisrund oder als kreisförmiger Ring, ausgebildet und hat einen Durchmesser zwischen dem 0,6 und 0,85fachen des Innendurchmessers des Brennerrohrs 1. Ihr Abstand s von der Vorderseite der Drallscheibe 2 sollte mindestens 10, aber nicht mehr als 35 mm betragen. Sie kann gemäß Fig. 5b eine sich stromab stetig erweiternde Mantelfläche aufweisen, die mit der Stirnfläche eine scharfe Ringkante bildet. Gegen diese scharfe Kante kann der Zündfunke von einer im Abstand von einigen Millimetern vorbeigeführten stabsförmigen Zündelektrode 13 überspringen.

Die scharfkantige Ausformung der Trennscheibe 4 gemäß Fig. 5b führt zu einer spontanen Erwärmung des dünnwandigen Kantenbereichs, so daß sich ein thermisches Flammüberwachungssignal unmittel nach der Brennerzündung entwickelt.

Wird der Brenner mit Zündelektroden für eine direkte elektrische Hochspannungszündung und mit einer Stabelektrode für thermionische Flammüberwachung ausgerüstet, sollte die Trennscheibe bzw. der Aufsteckring 4 mit seitlichen Ausnehmungen 11 versehen werden, wie in Fig. 6 dargestellt, durch die die Elektroden 13 geradlinig hindurchgeführt werden können. Der Zündfunke kann dann zu den Kanten 12 überspringen; er bildet sich in einer Zone, in der er weder vom Strom der Verbrennungsluft fortgerissen werden kann, noch ein für die Zündung unzureichendes Gasgemisch berührt. Um die stabsförmigen Elektroden bildet sich im Bereich der Ausnehmungen 11 eine Zirkularströmung aus, die sowohl die Zündfähigkeit begünstigt als auch ein für die Flammüberwachung verwendbares Ionisationsstrom-Signal vergrößert.

Statt kreisförmig mit halbkreisförmigen Ausnehmungen 11 kann auch die Trennscheibe 4 gemäß Fig. 7 die Kontur eines Polygonzuges oder einer Ellipse aufweisen.

Patentansprüche

1. Brenner, insbesondere Flachflammenbrenner, für Gas und/oder Heizöl, mit einem sich progressiv erweiternden Brennerstein (14), einer Verdralleinrichtung (2) für die Verbrennungsluft und den Brennstoff, die ausreichend ist, um in einem großen Leistungs-Variationsbereich des Brenners zu gewährleisten, daß die aus dem Brennerstein (14) austretende Flamme am Brennerstein (14) und an der ihn umgebenden Ofenwand anliegt, einem Brennraum (8), in dessen einer Brennerachse (A) nahen Abschnitt Abgas aus dem Ofen einströmt und sich dort unter Absenkung der maximalen Verbrennungstemperatur mit dem aus der Verbrennungsluft und dem Brennstoff zusammengesetzten Flammgas mischt, gekennzeichnet durch eine Vorbrennkammer (7), in der das Gemisch aus Verbrennungsluft und Brennstoff gezündet wird und teilweise verbrennt, bevor es in den Brennraum (8) übertritt.

2. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Brennraum (8) und der Vorbrennkammer (7) eine Trennscheibe (4) angeordnet ist.

3. Brenner nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennscheibe (4) in einem Abstand von 10—35 mm stromab einer als Verdralleinrichtung dienenden Drallscheibe (2) angeordnet ist.

4. Brenner nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennscheibe (4) mit einem Düsenstock (3), aus dessen Austrittsdüsen (5) Brennstoff in die Vorbrennkammer (7) einströmt, verbunden ist.

5. Brenner nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennscheibe (4) am freien Ende des Düsenstocks (3) angebracht ist.

6. Brenner nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennscheibe (4) auf den Düsenstock (3) aufgesteckt ist.

7. Brenner nach einem der Ansprüche 4—6, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennscheibe (4) einstückig mit dem Düsenstock (3) ausgebildet ist.

8. Brenner nach einem der Ansprüche 2—7, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser der Trennscheibe (4) das 0,6—0,85fache des Innen-durchmessers des Brennerrohrs (1) des Brenners beträgt.

9. Brenner nach einem der Ansprüche 2—8, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennscheibe (4) kegelstumpfförmig ist, wobei ihre größere Stirnfläche zum Brennraum (8) hin orientiert ist.

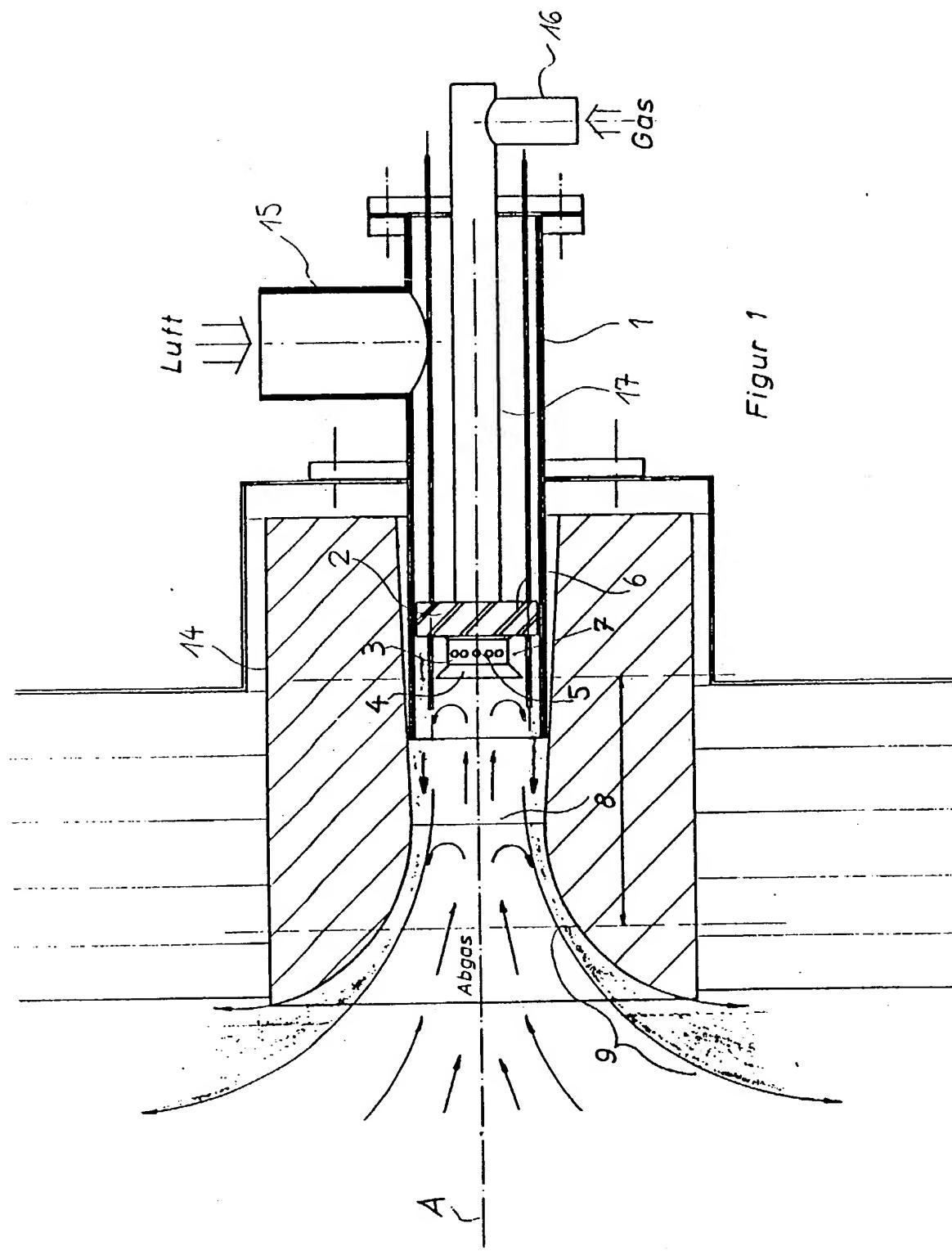
10. Brenner nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die größere Stirnfläche der Trennscheibe (4) eine scharfe Umfangskante (12) aufweist.

11. Brenner nach einem der Ansprüche 2—10, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennscheibe (4) zur Aufnahme von Elektroden (13) seitliche Ausnehmungen (11) aufweist.

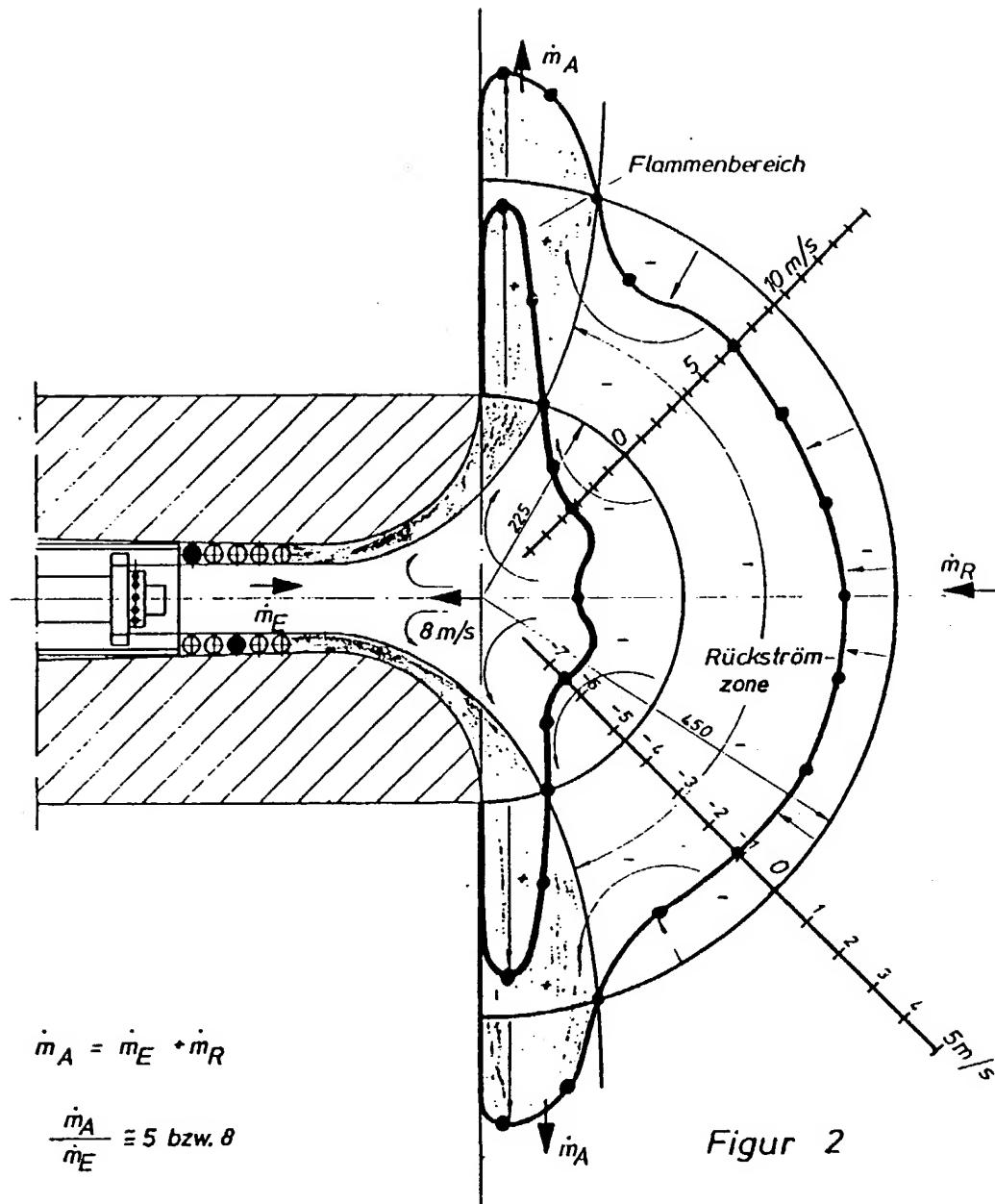
12. Brenner nach einem der Ansprüche 2—11, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorbrennkammer (7) aus der Drallscheibe (2), dem Düsenstock (3), dem Brennerrohr (1) und der Trennscheibe (4) gebildet ist.

13. Verbrennungsverfahren, insbesondere zur Anwendung in einem Brenner nach einem der Ansprüche 1—12, bei dem ein Gemisch aus Brennstoff und Verbrennungsluft in einem in einem Brennstein und im Übergangsbereich zwischen dem Brennstein und einem Ofen ausgebildeten Brennraum unter Beimischung von aus dem Ofen in den Brennraum rückströmenden Abgas verbrannt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Gemisch aus Brennstoff und Verbrennungsluft in einer Vorbrennkammer gezündet und teilweise verbrannt wird, bevor es im Brennraum mit Abgas durchmischt wird.

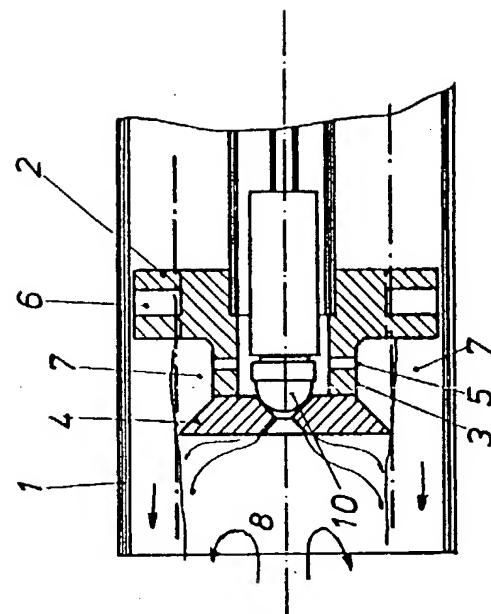
Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen



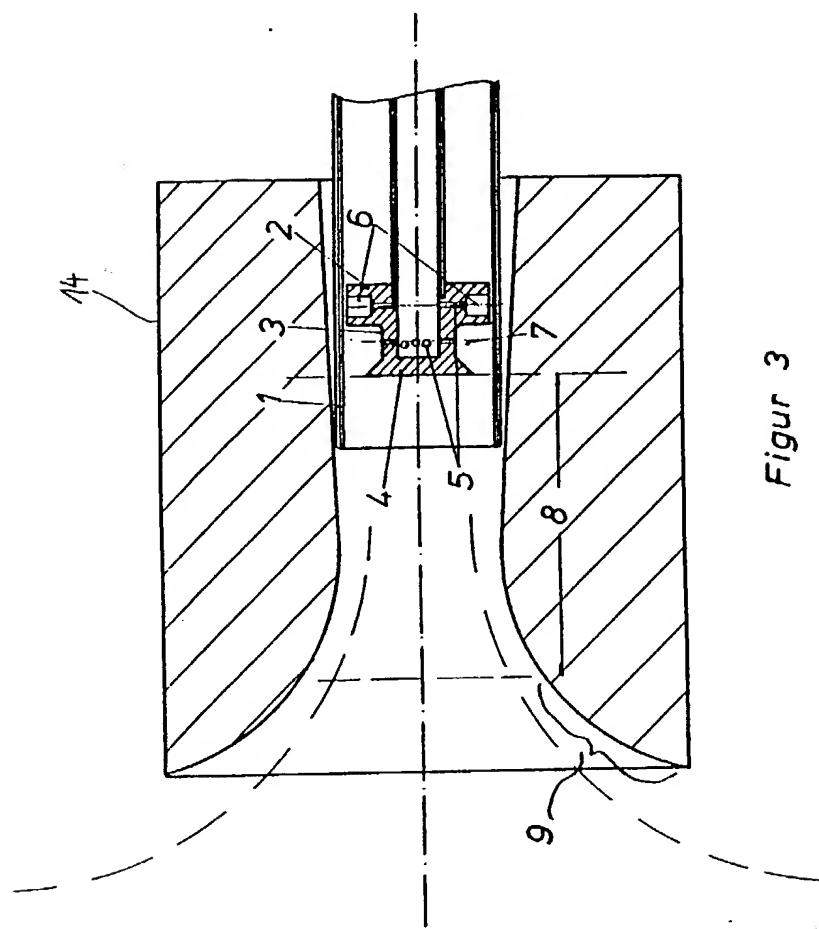
Figur 1



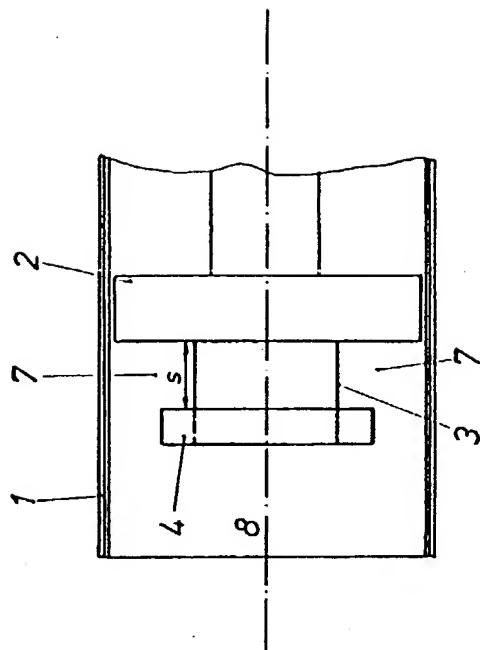
Figur 2



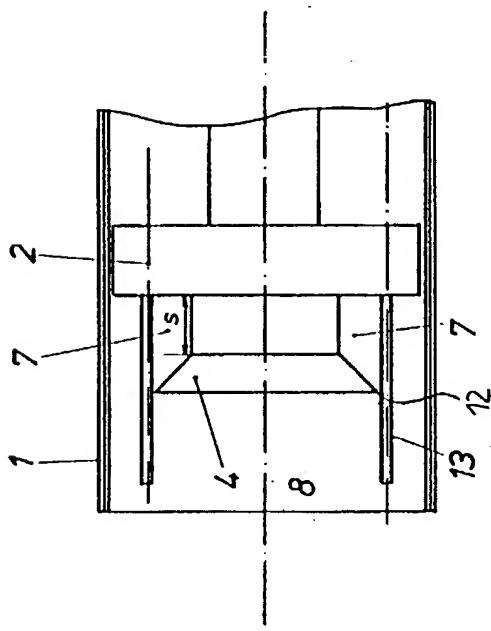
Figur 4



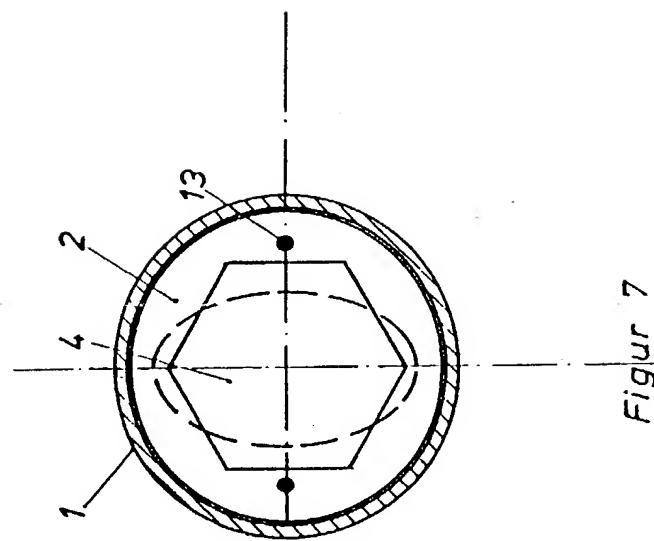
Figur 3



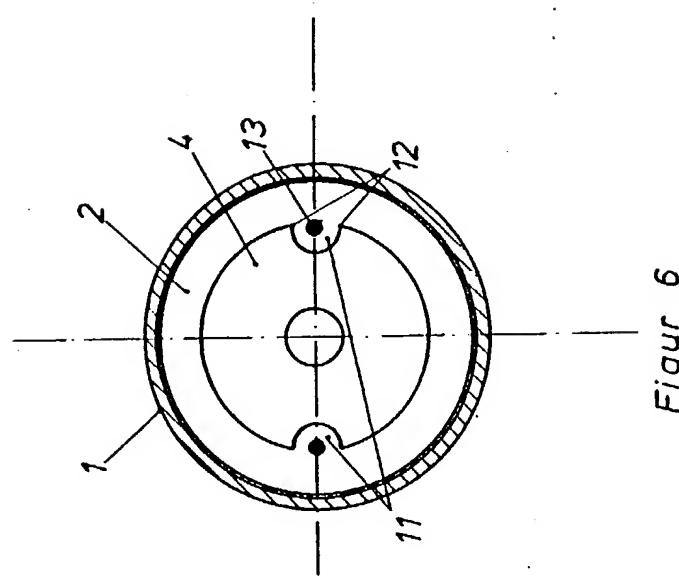
Figur 5a



Figur 5b



Figur 7



Figur 6